



## Analisa Kinerja Simpang Empat Tak Bersignal (Studi Kasus: Simpang Jl. Bitung-Airmadidi)

Widya Novelia<sup>#a</sup>, Sisca V. Pandey<sup>#b</sup>, Lucia I. R. Lefrandt<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>widyanoveliaa@gmail.com, <sup>b</sup>sisca.pandey@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>lucia.lefrandt@unsrat.ac.id

### Abstrak

Perkembangan Kabupaten Minahasa Utara memberikan dampak perubahan yang sangat besar di berbagai sistem terutama di bidang sistem transportasi. Hal ini mengakibatkan ruas jalan akan mengalami kemacetan, antrian atau tundaan serta kemungkinan terjadi kecelakaan lalu lintas yang dapat mengganggu kelancaran dan kenyamanan berkendara. Persimpangan lengan empat Jl. Airmadidi merupakan salah satu titik persimpangan yang mengalami banyak konflik. Maka dari itu, diperlukan untuk melakukan Analisa Kinerja Lalu Lintas pada persimpangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja lalu lintas pada persimpangan lengan tiga tak bersignal. Dengan mengetahui waktu tundaan dan tingkat pelayanan jalan pada persimpangan lengan empat Jl. Airmadidi mengacu pada metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Untuk melakukan simulasi digunakan software *Simulation of urban Mobility* (SUMO). Hasil dari penelitian didapat arus saat jam puncak yaitu dengan volume total kendaraan ( $Q_{TOT}$ ) sebesar 988,7 smp/jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas simpang ( $C$ ) sebesar 2900 smp/jam, dengan derajat kejenuhan ( $DS$ ) sebesar 0,41 tundaan simpang ( $D$ ) sebesar 7,41 det/smp dan peluang antrian yang terjadi adalah 8-20% *Level Of Service* ( $LOS$ ) yang di dapat yaitu  $LOS A$ , hasil simulasi pergerakan lalu lintas menunjukkan bahwa simpang ini sebenarnya memiliki kondisi operasional yang baik tetapi pada keadaan sebenarnya simpang ini mengalami masalah kemacetan dikarenakan banyaknya hambatan samping.

*Kata kunci: persimpangan, kapasitas, tundaan, Level of Service (LOS), simulasi*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Persimpangan adalah bagian dari ruas jalan dimana arus dari berbagai arah atau jurusan bertemu. Itulah sebabnya di persimpangan terjadi konflik antara arus dari jurusan yang berlawanan dan saling memotong, sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan di sepanjang lengan simpang.

Kabupaten Minahasa Utara adalah salah satu Kabupaten di Sulawesi Utara yang merupakan lintas jalur penghubung antara Kota Manado dan Kota Bitung, sehingga secara tidak langsung menambah padatnya arus lalu lintas di Jl. Manado-Bitung dan diperlukan adanya manajemen lalu lintas yang tepat untuk mengatur kelancaran arus lalu lintas, khususnya di daerah persimpangan.

Masalah transportasi di Jl. Manado-Bitung, Kec. Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara merupakan salah satu masalah lalu lintas di Indonesia. Seiring dengan kemajuan perekonomian di Airmadidi berdampak pula pada semakin bertambahnya penggunaan kendaraan baik pribadi maupun angkutan umum. Hal ini mengakibatkan ruas jalan akan mengalami kemacetan, antrian atau tundaan serta kemungkinan terjadi kecelakaan lalu lintas yang dapat mengganggu kelancaran dan kenyamanan berkendara.

Karena di Jl. Manado-Bitung tersebut terletak di daerah komersial, hal ini dilihat dengan adanya pasar, terminal, sekolah, swalayan dan pertokoan. Banyak bus dan angkutan kota yang berhenti di dekat simpang mencari penumpang, yang mengakibatkan kemacetan pada jalan tersebut. Kendaraan yang keluar masuk di samping jalan dari lingkungan sekitar simpang cukup banyak sehingga berkurangnya lebar efektif dari ruas jalan serta konflik yang terjadi pada persimpangan mengakibatkan kemacetan pada lengan persimpangan sehingga memerlukan analisa kinerja simpang tersebut berdasarkan ukuran-ukuran.

Dari analisis tersebut diharapkan kinerja simpang tak bersinyal di Jl. Manado-Bitung yang didasarkan pada ukuran-ukuran kinerja, sehingga merencanakan solusi agar di daerah simpang tak bersinyal itu kemacetannya dapat dikurangi dengan memisalkan pemasangan rambu lalu lintas, pelebaran badan jalan atau penggunaan lampu lalu lintas pengatur simpang.

Dari keadaan diatas pada ruas persimpangan lengan empat ini mengalami permasalahan lalu lintas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan juga untuk upaya meningkatkan tingkat pelayanan pada simpang lengan empat Jl. Manado-Bitung, Kec Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara di masa sekarang dan di masa yang akan datang perlu dilakukan studi dan evaluasi kinerja terhadap tingkat pelayanan dari simpang ini.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah dari penelitian ini, yaitu :

1. Apakah kapasitas simpang yang ada mampu melayani volume kendaraan yang melintas?
2. Bagaimana tingkat pelayanan (*Level of Service*) pada persimpangan lengan empat tak bersinyal tersebut?
3. Berapa lama waktu tundaan setiap kendaraan yang melintasi persimpangan lengan empat tak bersinyal?

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini penulis membatasi permasalahan yang ada dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian pada persimpangan lengan empat Airmadidi dari 4 arah yaitu, arah dari Jl. Raya Manado, arah Jl. Raya Bitung, Jl. Pasar Airmadidi dan arah Jl. Arnold Mononutu,
2. Penelitian ini menganalisa kinerja lalu lintas pada persimpangan lengan empat tak bersinyal berdasarkan MKJI 1997 dan SUMO

### 1.4 Tujuan Penelitian

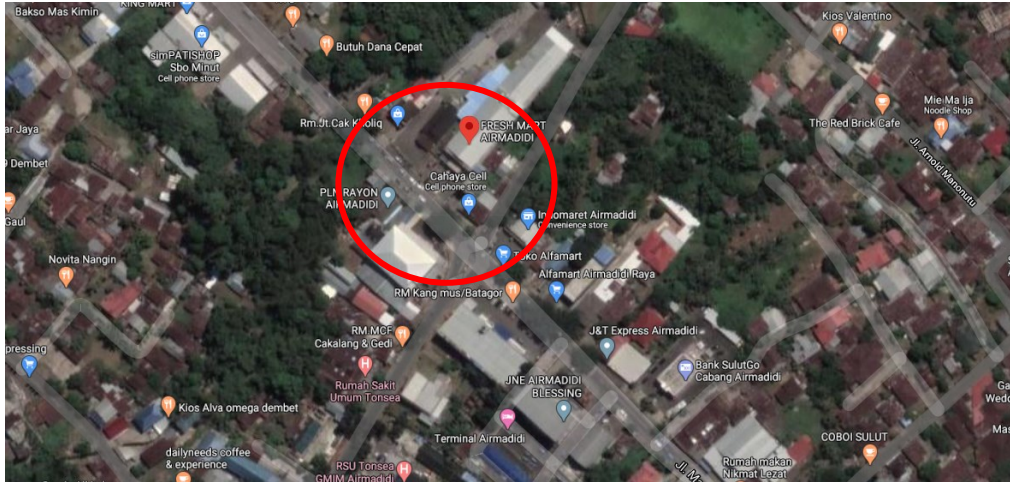
Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kapasitas jalan yang ada apakah mampu melayani volume kendaraan yang melintas.
2. Mengetahui bagaimana tingkat pelayanan (*Level of Service*) pada persimpangan lengan empat tak bersinyal Airmadidi.
3. Mengetahui waktu tundaan setiap kendaraan yang melintasi persimpangan lengan empat tak bersinyal Airmadidi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan diperoleh penelitian ini diantaranya :

1. Untuk masyarakat agar dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan para pengguna jalan yang melalui persimpangan tersebut.
2. Untuk sebagai salah satu bahan masukan untuk pemerintah dan dalam mengatasi masalah kemacetan pada simpang ini.
3. Dalam penelitian ini diharapkan dapat menemukan solusi kemacetan di persimpangan lengan empat tak bersinyal di Airmadidi.



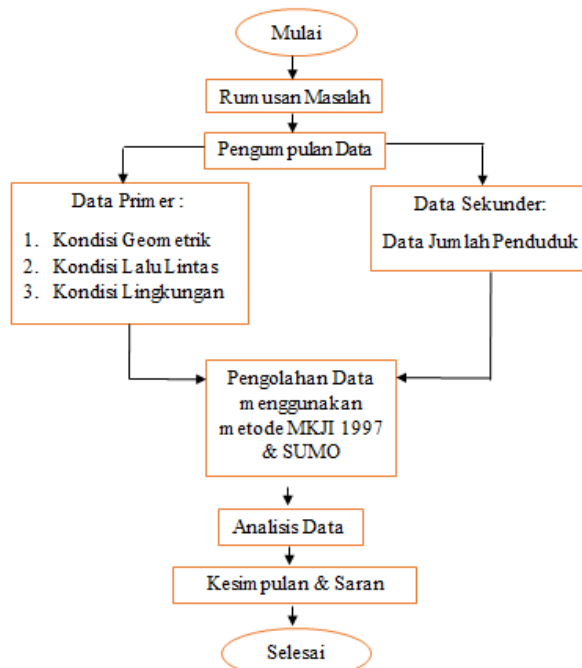
Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber : Google Maps)



Gambar 2. Konflik Arus Lalu Lintas Persimpangan

## 2. Metode

Untuk perincian Tahapan bagaimana penelitian ini dilakukan dari awal sampai pada hasil dan kesimpulan disajikan dalam bentuk diagram alir / flow chart pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### 3.1 Pengertian Lalu Lintas

Lalu lintas yaitu individu yang berpindah dengan atau tanpa alat penggerak dari tempat satu ke tempat lainnya (Sasambe, 2016).

#### 3.2 Data Penelitian

Dalam penelitian analisis data merupakan kegiatan setelah seluruh data terkumpul dan dikelompokkan. Pada bab ini akan dibahas mengenai data hasil penelitian studi lapangan yang telah dikumpulkan dalam 2 hari survei, yaitu pada hari Rabu, 23 September 2020 dan Sabtu, 26 September 2020.

#### 3.3 Kondisi Geometrik

Pada penelitian ini persimpangan yang ditinjau adalah persimpangan Jl. Raya Manado, Jl. Raya Bitung, Jl. Pasar Airmadidi dan arah Jl. Arnold Mononutu. Persimpangan ini merupakan simpang lengan empat yang memiliki 2 lajur jalan utama dan 2 lajur jalan minor. Lebar jalan pendekat Jl. Raya Manado (D) = 2,7 m, pendekat Jl. Rata Bitung (B) = 2,7 m, pendekat Jl. Pasar Airmadidi (C) = 2,6 m dan pendekat Jl. Arnold Mononutu (A) = 1,2 m.

#### 3.4 Kondisi Lalu Lintas

Data diambil pada saat jam puncak Sabtu, 26 September 2020 pada pukul 08.00 – 09.00 WITA untuk perhitungan smp/jam.

- Arus jalan minor total (QMI) yaitu jumlah arus pada pendekat C adalah 188,8 smp/jam
- Arus jalan utama (QMA) yaitu jumlah arus pada pendekat B dan C adalah 729,7 smp/jam
- Rasio arus jalan minor ( $P_{MI}$ ) yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total. Dimana diketahui arus lalu lintas jalan minor total (QMI) = 188,8 smp/jam dan arus total lalu lintas jalan utama dan minor ( $Q_{total}$ ) = 988,7 smp/jam

$$P_{MTL} = \frac{Q_{MI}}{Q_{total}} = \frac{188,8}{988,7} = 0,19$$

Sehingga :

- Rasio belok kiri dan kanan total ( $P_{LT}$  dan  $P_{RT}$ ) dimana diketahui arus lalu lintas belok kiri total  $Q_{LT} = 239,4$  smp/jam dan arus lalu lintas belok kanan total  $Q_{RT} = 303$  smp/jam, dihitung sebagai berikut:

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{total}} = \frac{239,4}{988,7} = 0,24$$

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q_{total}} = \frac{303}{988,7} = 0,31$$

- Rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kend/jam. Diketahui kendaraan tak bermotor total  $Q_{UM} = 1$  kend/jam dan arus lalu lintas jalan utama dan jalan minor ( $Q_{Total}$ ) = 1337kend/jam, sehingga:

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{TOT}} = \frac{1}{1337} = 0$$

### 3.5 Kondisi Lingkungan

- Kelas Ukuran Kota  
Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa Utara, jumlah penduduk Kabupaten Minahasa Utara berjumlah 224.993 jiwa. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah Penduduk Provinsi Sulawesi Utara berdasarkan Jenis kelamin

Kabupaten/Kota	Laki-laki		Perempuan		Jumlah	
	2020	2010	2020	2010	2020	2010
Bolaang Mongondow	129 672	111 080	119 079	102 404	248 751	213 484
Minahasa	177 435	158 919	169 855	151 465	347 290	310 384
Kepulauan Sangihe	71 055	63 820	68 207	62 280	139 262	126 100
Kepulauan Talaud	48 738	42 668	45 783	40 766	94 521	83 434
Minahasa Selatan	122 098	101 046	114 365	94 507	236 463	195 553
Minahasa Utara	114 530	96 120	110 463	92 784	224 993	188 904
Bolaang Mongondow Utara	42 779	36 251	40 333	34 442	83 112	70 693
Kepulauan Sitaro	36 120	31 534	35 697	32 267	71 817	63 801
Minahasa Tenggara	60 249	52 055	56 074	48 388	116 323	100 443
Bolaang Mongondow Selatan	36 350	29 818	33 441	27 183	69 791	57 001
Bolaang Mongondow Timur	46 076	33 299	42 165	30 355	88 241	63 654
Kota Manado	226 978	206 292	224 938	204 189	451 916	410 481
Kota Bitung	115 531	96 001	109 603	91 651	225 134	187 652
Kota Tomohon	50 815	46 179	49 772	45 374	100 587	91 553
Kota Kotamobagu	63 492	54 821	60 230	52 638	123 722	107 459
Sulawesi Utara	1 341 918	1 159 903	1 280 005	1 110 693	2 621 923	2 270 596

- Tipe Lingkungan jalan  
Penentuan tipe lingkungan jalan berdasarkan tabel 2.7 dan setelah dilakukan pengamatan terhadap tipe lingkungan jalan di tempat penelitian, maka diambil kesimpulan bahwa daerah tersebut adalah daerah komersial.
- Kelas Hambatan Samping  
Hambatan samping pada daerah penelitian tergolong cukup tinggi karena disepanjang tepi jalan utama kendaraan umum serta kendaraan pribadi sering melakukan on street parking dan beberapa angkutan umum juga sering melakukan u-turn.

### 3.6 Kapasitas

- Lebar Pendekat (W1) dan Tipe Simpang (IT)

Lebar rata-rata pendekat umum dan pendekat minor, lebar rata-rata pendekat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Pendekat A (W}_A\text{)} = \frac{A}{2} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Pendekat B (W}_B\text{)} = \frac{b}{2} = \frac{5,4}{2} = 2,7 \text{ m}$$

$$\text{Pendekat C (W}_C\text{)} = \frac{c}{2} = \frac{5,2}{2} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Pendekat D (W}_D\text{)} = \frac{D}{2} = \frac{5,4}{2} = 2,7 \text{ m}$$

Maka :

$$\text{Pendekat A (W}_A\text{)} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Pendekat B (W}_B\text{)} = 2,7 \text{ m}$$

$$\text{Pendekat C (W}_C\text{)} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Pendekat D (W}_D\text{)} = 2,7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pendekat Minor (W}_{AC}\text{)} \text{ (Pers 2.5)} = \frac{(W_A+W_C)}{2} = \frac{1,2+2,6}{2} = 1,9 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pendekat Utama (W}_{BD}\text{)} \text{ (Pers 2.6)} = \frac{(W_B+W_D)}{2} = \frac{2,7+2,7}{2} = 2,7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar rata-rata pendekat (W}_1\text{)} \text{ (Pers 2.7)} &= \frac{(W_A+W_B+W_C+W_D)}{4} \\ &= \frac{1,2+2,7+2,6+2,7}{4} \\ &= 2,3 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Lajur  
Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama. Dimana dari tabel 2.8 jika  $W_{BDB} < 5,5$  maka jumlah lajur (total untuk kedua arah) adalah 2. Untuk  $W_{ACB} < 5,5$  maka jumlah lajur (total untuk kedua arah) adalah 2. Jadi karena hasil yang didapat  $W_{BD} = 2,7 \text{ m} < 5,5$  dan  $W_{AC} = 1,9 \text{ m} < 5,5$  maka total kedua arah adalah 2.
- Tipe Simpang  
Penentuan tipe simpang diambil berdasarkan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalan utama. Diketahui tipe simpang 422 dengan jumlah lengan simpang 4, jumlah lajur jalan minor 2 dan 2 jumlah lajur utamanya.
- Kapasitas Dasar ( $C_0$ )  
Nilai kapasitas dasar diambil dari tabel 2.10 kapasitas dasar menurut tipe simpang. Dimana tipe simpang yang didapat dari perhitungan sebelumnya adalah 422. Maka kapasitas dasar ( $C_0$ ) dari tipe simpang 422 adalah 2900 smp/jam yang artinya kapasitas dasar dari persimpangan ini sudah tergolong cukup tinggi.
- Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (FW)  
Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW) dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut tipe simpang dimana untuk tipe simpang 422 yang telah didapat dari perhitungan sebelumnya untuk persimpangan ini. Rumus yang digunakan adalah:

$$F_w = 0,70 + 0,0866 W_1$$

Dimana :

$$W_1 = 2,3 \text{ m}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} F_w &= 0,70 + (0,0866 \times 2,3) \\ &= 0,899 \end{aligned}$$

- Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)  
Pada lokasi persimpangan yang menjadi tempat penelitian, terdapat median di jalan utama dengan lebar median < 3m. Maka nilai untuk faktor penyesuaian median jalan utama (FM) adalah 1,05.
- Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)  
Pada penjelasan sebelumnya telah didapat bahwa ukuran kota adalah kecil, sehingga faktor penyesuaian ukuran kota pada lokasi penelitian ini adalah 0,88.
- Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan (RE), Hambatan Samping (SF) dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)  
Diketahui bahwa kelas tipe lingkungan jalan (RE) pada lokasi penelitian adalah komersial dengan nilai rasio kendaraan tak bermotor PUM = 0 dengan hambatan samping (SF) adalah tinggi. Maka nilai FRSU dengan melihat tipe lingkungan jalan dan hambatan samping adalah 0,93.
- Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)  
Faktor penyesuaian belok kiri dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$FLT = 0,84 + 1,61 PLT$$

Dimana :

$$PLT = \frac{QLT}{Q_{TOT}} = \frac{239,4}{988,7} = 0,24$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} FLT &= 0,84 + (1,61 \times 0,24) \\ &= 1,23 \end{aligned}$$

- Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)  
Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang empat lengan nilai FRT = 1.0
- Faktor Penyesuaian Rasio Jalan Minor (FMI)  
Untuk mendapatkan nilai FMI maka sebagai berikut untuk tipe simpang 422:

Dimana :

$$P_M = 0,19$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} F_M &= (1,19 \times (0,19)^2) - (1,19 \times 0,19) + 1,19 \\ &= 0,87 \end{aligned}$$

- Kapasitas  
Kapasitas dihitung sebagai berikut :  
$$C = C_0 \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$$
  
$$= 2900 \times 0,899 \times 1,05 \times 0,88 \times 0,93 \times 1,23 \times 1,00 \times 0,87 = 2399,1 \text{ smp/jam}$$

### 3.7 Perilaku Lalu Lintas

- Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation)  
Derajat kejenuhan dihitung sebagai berikut:

Sehingga :

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q_{TOT}}{C} \\ &= \frac{988,7}{2900} \\ &= 0,41 \end{aligned}$$

### 3.8 Tundaan

- Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTI)

Untuk nilai DS yang didapat untuk persimpangan ini adalah 0,6 dimana jika nilai DS < 0,6 maka:

$$DTI = 2 + 8,2078 DS - ((1-DS)^2)$$

Dimana :

$$DS = 0,41$$

Sehingga :

$$DTI = 2 + ((8,2078 \times 0,41) - ((1-0,41)^2)) = 4,21 \text{ det/smp}$$

- Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas utama untuk DS < 0,6 adalah sebagai berikut :

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 DS - (1 - DS) \cdot 1,8$$

Dimana :

$$DS = 0,41$$

Sehingga :

$$DTMA = (1,8 + (5,8234 \times 0,41)) - ((1 - 0,41) \times 1,8) = 3,14 \text{ det/smp}$$

- Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor adalah sebagai berikut :

$$DTMI = \frac{QTOT \times DTI - QMA \times DTMA}{QMI}$$

Sehingga :

$$DTMI = \frac{988,7 \times 4,21 - 729,7 \times 3,14}{188,8} = 9,89 \text{ det/smp}$$

- Tundaan Geometrik Persimpangan (DG)

Tundaan geometrik simpang untuk DS < 1,0 digunakan rumus sebagai berikut

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1-PT) \times 3) + DS \times 4$$

$$DG = (1-0,41) \times ((0,55 \times 6) + (1-(0,55 \times 3))) + (0,41 \times 4) = 2,61 \text{ det/smp}$$

- Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang adalah berikut :

$$D = DG + DTI \quad D = 2,61 + 4,21 = 7,41 \text{ det/smp}$$

- Peluang Antrian

Peluang antrian dihitung sebagai berikut :

Batas bawah :

$$QP(\%) = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

$$QP(\%) = 9,02 \times 0,41 + 20,66 \times 0,41^2 + 10,49 \times 0,41^3 = 8\%$$

Batas atas :

$$QP(\%) = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

$$QP(\%) = 47,71 \times 0,41 - 24,68 \times 0,41^2 + 56,47 \times 0,41^3 = 20\%$$

Ini berarti peluang antrian yang terjadi pada persimpangan ruas Jl. Raya Manado, arah Jl. Raya Bitung, Jl. Pasar Airmadidi dan arah Jl. Arnold Mononutu hari kedua Sabtu, 26 September 2020 adalah 8% - 20%

### 3.9 Tingkat Pelayanan Jalan LOS (Level of Service)

Tingkat pelayanan jalan (LOS) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LOS = V / C$$

Dimana :

$$V = 988,70 \text{ smp/jam}$$

$$C = 2900 \text{ smp/jam}$$

$$LOS = 988,70 / 2900$$

$$= 0,34$$

Maka dengan hasil ini standar tingkat pelayanan jalan pada simpang tersebut berdasarkan

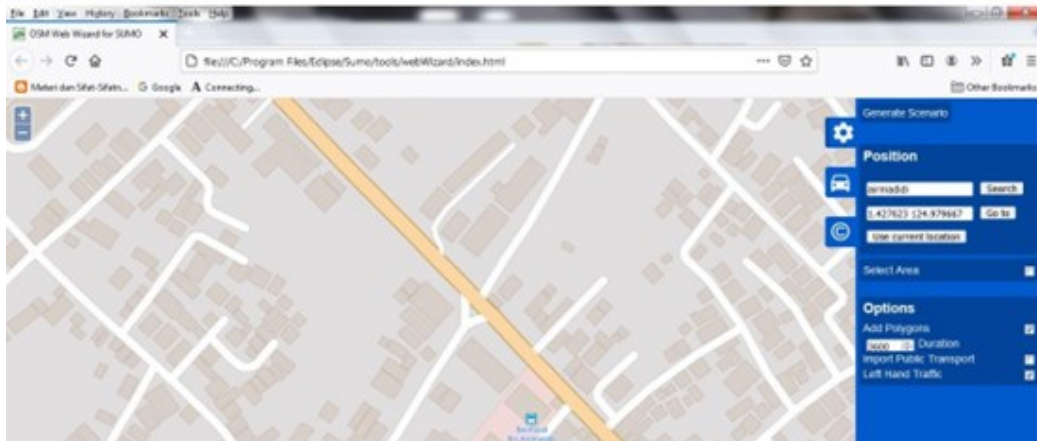


termasuk pada standar tingkat pelayanan tipe A (Free Flow), yaitu Arus lancar

### 3.10 Simulasi Lalu-Lintas Menggunakan Software SUMO (Simulasion of Urban Mobility)

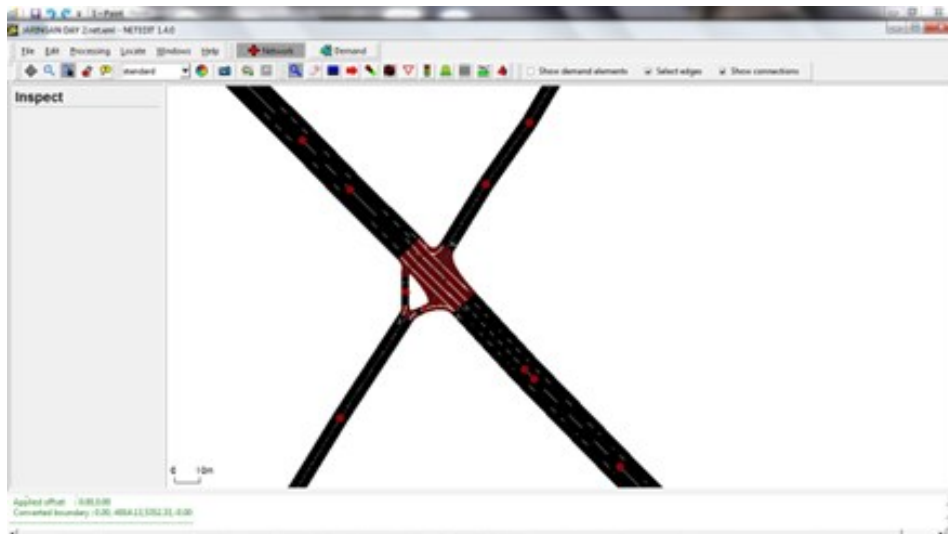
Pemodelan simulasi yang dilakukan melalui software SUMO penulis membutuhkan data-data input seperti data geometrik, data arus lalu lintas jam puncak dan peta satelit lokasi penelitian. Berikut beberapa tahapan-tahapan pokok yang diringkas dalam pemodelan SUMO-GUI yaitu :

- Peta Jaringan Jalan (*Input Background*)  
Memasukan lokasi peta melalui *OpenStreetMap Web Wizard* yang telah terpasang bersama *Master File SUMO* sesuai dengan lokasi penelitian pada pemodelan.



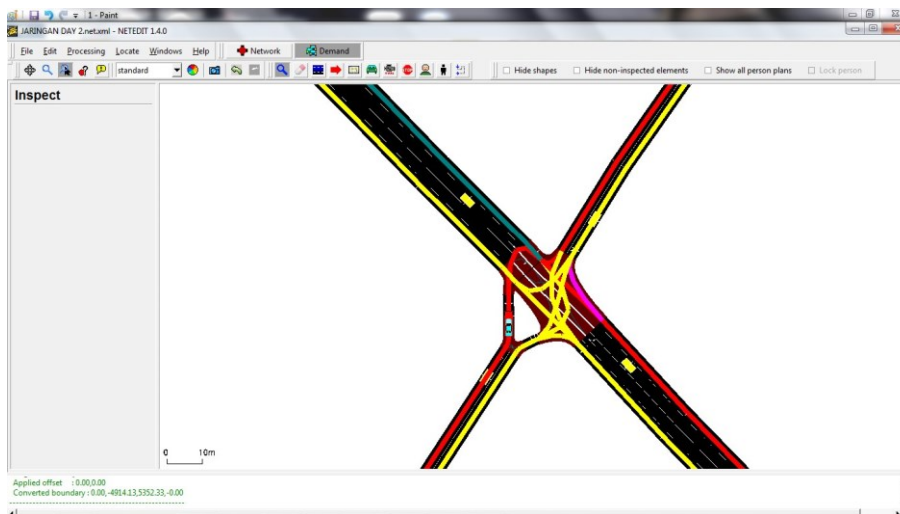
**Gambar 4.** Tampilan Peta Pada Lokasi Penelitian

- Jaringan Jalan (Network dan Konektor)  
Membuat jaringan/network menggunakan NetEdit, yaitu editor jaringan jalan.



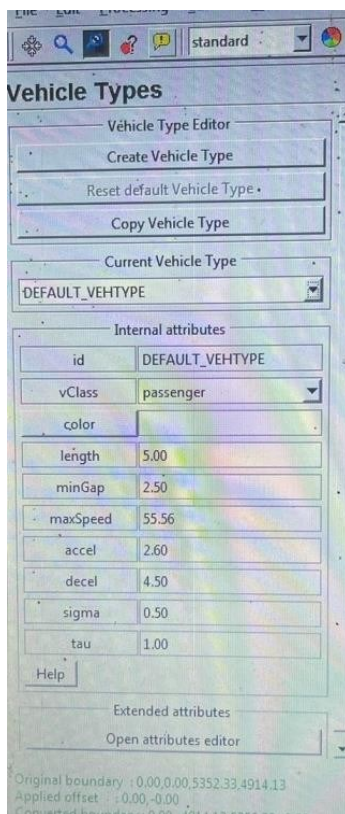
**Gambar 5.** Pembuatan Network di Net Edit

- Rute Perjalanan (*Vehicle Routes*)  
Membuat rute perjalanan pada NetEdit yaitu arus pergerakan kendaraan atau lalu lintas.



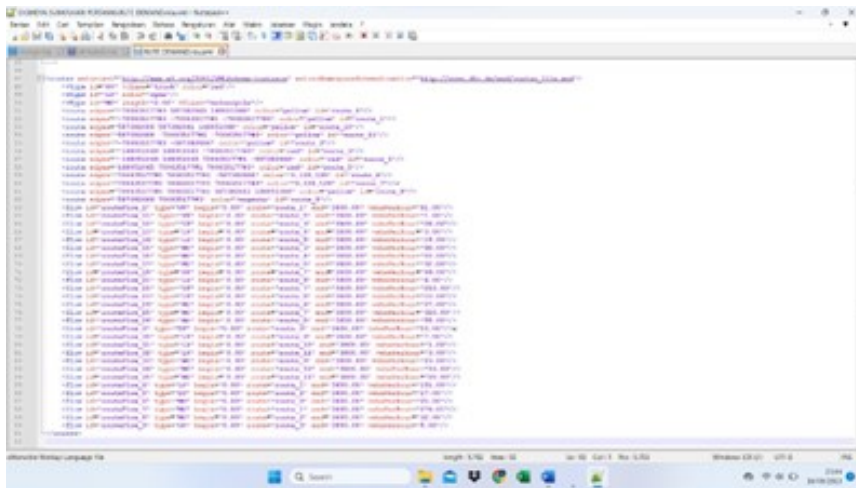
**Gambar 6.** Vehicle Routes

- Tipe Kendaraan (*Vehicle Types*)  
Memasukan tipe kendaraan masing-masing berdasarkan hasil pengambilan data survei.

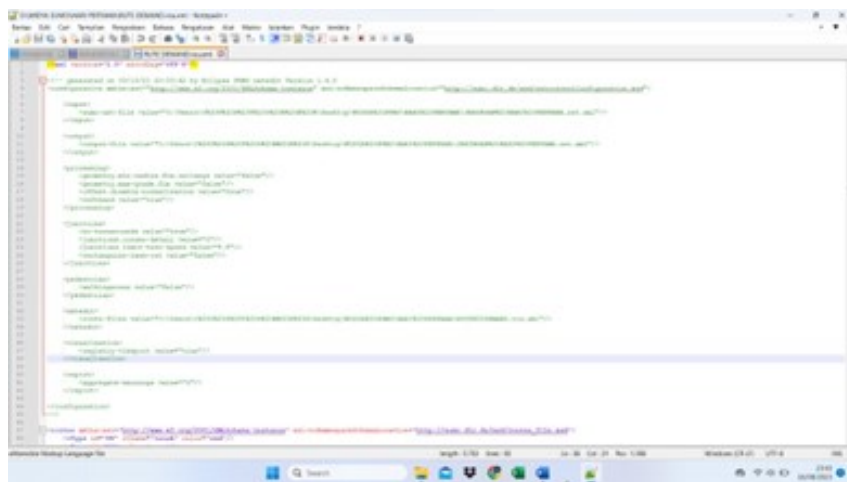


**Gambar 7.** Vehicle Types

- Membuat *Route File* dan *additional file*  
Menggabungkan rute dan tipe kendaraan dengan di ekspor melalui NetEdit sehingga menghasilkan file.rou.xml. Selanjutnya Pembuatan Dibuat dokumen tambahan berformat add.xml dimana berisi data pemasangan deceptor tipe E1 dan E2 untuk mendapatkan keluaran data kendaraan.

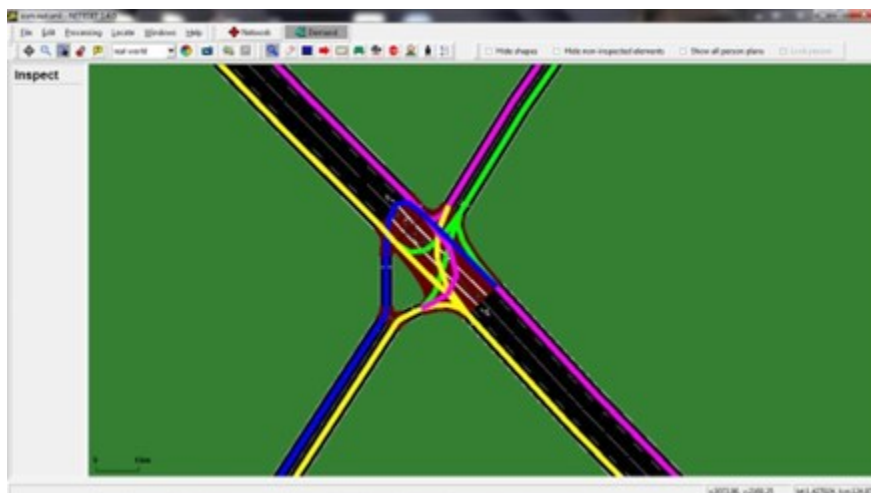


Gambar 8. Route File



Gambar 9. Additional file

- Pengaturan waktu siklus (*Traffic Light*)  
 Dalam aplikasi SUMO (*simulation of urban mobility*) waktu siklus akan otomatis dihasilkan menyesuaikan arus lalu lintasnya. Dengan data yang di input yaitu : nilai kendaraan, rute perjalanan, dan jenis kendaraan sesuai dengan yang dapat dilampirkan. Untuk nilai waktu siklusnya didapat durasi 66 detik.



Gambar 10. Mengatur Waktu Siklus

- Pembuatan SUMO *configuration file* dan *proses simulasi* Jaringan, rute dan *additional file* kemudian di ekport melalui NetEdit kedalam software SUMO.Gui. Setelah semua keperluan data untuk di input sudah selesai maka bisa dijalankan proses simulasi (*Run*).



Gambar 11. Konfigurasi File



Gambar 12. Proses Simulasi

### 3.11 Perbandingan Analisis MKJI 1997 dan Software SUMO

Perbandingan hasil analisis dari kedua acuan yang digunakan dalam perhitungan kerja simpang yaitu Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan software SUMO (*Simulation of Urban Mobility*) diambil perbandingan kinerja operasional simpang.

Tabel 2. Perbandingan hasil MKJI 1997 dan software SUMO

Periode Waktu	MKJI 1997		Software SUMO
	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) (det/smp)	Tundaan (det/skr)
10:00 s/d 11:00	0,41	7,41	10

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Kapasitas yang diperoleh pada simpang Jl. Bitung-Airmadidi sebesar 2900 smp/jam yang dimana didapatkan volume kendaraan pada periode puncak yang terjadi pada hari Rabu, 23 September 2020 pukul 16.00-17.00 WITA sebesar 1174,9 smp/jam.
2. Nilai Tingkat Pelayanan pada persimpangan tersebut didapat adalah sebesar 0,34 yang artinya berdasarkan tabel standar tingkat pelayanan jalan berada di tingkat pelayanan tipe A (*Free Flow*), yaitu arus stabil yang berdasarkan nilai survei yang dilakukan diperoleh bahwa area tersebut persimpangan lengan empat Jl. Bitung-Airmadidi arus menjadi padat dan menimbulkan kemacetan karena banyaknya hambatan samping. Banyak kendaraan yang parkir di area tersebut, angkutan kota yang sering melakukan arus balik arah di bundaran area, serta pejalan kaki yang sering beraktifitas.
3. Diperoleh waktu tundaan pada simpang Jl. Bitung-Airmadidi sebesar 7,41 det/smp.

#### Referensi

- Lumintang, G. Y. B., 2013. KINERJA LALU LINTAS PERSIMPANGAN LENGAN EMPAT BERSIGNAL (STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN WALANDA MARAMIS MANADO), Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.3, Februari 2013 (202-208).
- Hobbs, F.D. (1995). Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Terjemahan oleh Suprpto. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Juanita, Sri Amelia. (2011). Efektivitas Penerapan Ruang Henti Khusus (RHK) Dipersimpangan Jalan Perkotaan (Studi Kasus : Persimpangan Jalan Pasteur – Pasirkaliki Kota Bandung). Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- Rorong, Novriyadi. 2015. ANALISA KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL DI RUAS JALAN S.PARMAN DAN JALAN DI.PANJAITAN, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.11 November 2015 (747-758) ISSN: 2337-6732
- Bawangun, Vrisilya. 2015. ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL UNTUK SIMPANG JALAN W.R. SUPRATMAN DAN JALAN B.W. LAPIAN DI KOTA MANADO, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.6 Juni 2015 (422-434) ISSN: 2337-6732
- DPU., 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia." ,DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDRAL BINA MARGA, Jakarta.
- Hasanudin, Muvidah Asa Utami. 2019. ANALISA KINERJA LALU LINTAS PERSIMPANGAN LENGAN EMPAT TAK BERINYAL (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Banjer), Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11 November 2019 (1485-1498) ISSN: 2337-6732
- Khadafi, M Reza dan Alwinda, Yosi. (2006). Analisis Simpang Bersinyal Pada Persimpangan (empat lengan) Jalan Soekarno Hatta – HR. Soebrantas di Kota Pekanbaru. Universitas Riau.
- Hobbs, F. D. Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas; Gadjah Mada University Press, 1995.Lall, K. B. K. Dasar-dasar Rekayasa Transportasi. 402
- Tamin, O. Z, 2000. Perencanaan dan pemodelan transportasi; Penerbit ITB: Bandung.
- National Research Council. Washington D.C.. 2000. Highway Capacity Manual.
- Morlok, E.K (1998), *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Oglesby, C. H. dan Hicks, R.G., 1993, Teknik Jalan Raya, Penerbit Erlangga Jakarta.
- Setiawan S., 1991. Simulasi, ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Khisty, J. C., dan B. K. Lall, 2005. Dasar–Dasar Rekayasa Transportasi. Diterjemahkan oleh Fidel Miro. Jakarta: Erlangga.
- Risdiyanto, R. (2018). Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas. PT Leutika Nouvalitera.
- Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman dan Jalan DI.Panjaitan. Jurnal Sipil Statik, 3(11), 747–758.